

1. INTRODUCCIÓN

La conformación de las piezas metálicas consiste como su nombre indica, en dar forma a las piezas mediante diferentes métodos para obtener elementos o perfiles de formas y dimensiones adecuadas a las necesidades industriales.

Los principales procedimientos que se utilizan en la actualidad son:

- Conformación por deformación del material.
- Conformación por separación o corte del material.
- Conformación por unión del material.

La conformación por deformación del material se realiza fundiendo el metal o la aleación y vertiéndolo en moldes que reproducen la forma de la pieza, o bien golpeando o sometiendo a presión los metales y aleaciones, ya sea en caliente o en frío. Se puede hacer también reduciendo a polvo los metales o aleaciones y comprimiéndolos en un molde apropiado a una temperatura determinada. Es lo que se conoce por sinterización.

La conformación por separación o corte en forma de viruta o en forma de diminutas partículas por abrasión o por erosión, se aplica generalmente a semielaborados obtenidos por moldeo, deformación o corte. Es el único procedimiento que permite obtener piezas con alta precisión en sus dimensiones.

La conformación por unión de los materiales es un proceso muchas veces complementario de los anteriores para unir partes de piezas elaboradas o semielaboradas.

2. CONFORMACIÓN POR DEFORMACIÓN DEL MATERIAL.

2.1 Conformación por fusión.

El moldeo es un procedimiento de conformación de piezas metálicas que consiste en rellenar un molde con material en estado líquido o en polvo para reproducir la forma de un modelo.

En una primera aproximación podemos distinguir entre fundición, cuando se trata de verter en los moldes metales fundidos, y sinterización cuando el material que se introduce en el molde es polvo.

Atendiendo a la forma de realizar la colada, cabe distinguir entre: colada por gravedad, a presión, centrífuga y continua.

2.1.1 Colada por gravedad

Es el procedimiento más antiguo; se realiza vertiendo el metal fundido dentro de un molde.

2.1.1.1 Colada sobre moldes de arena.

El moldeo por fusión es un procedimiento de conformación de piezas metálicas que consiste en fundir el metal o aleación y verter su contenido en un molde que reproduce la forma de la pieza que pretendemos obtener. Por ello, es imprescindible la realización de unas reproducciones de las piezas que se desean fabricar, hechas generalmente de madera y que se denominan modelos.

Los modelos para fundición pueden realizarse en una gran variedad de materiales, como madera, fundición de hierro, latón, aleaciones de aluminio, yeso resinas plásticas... siendo estas últimas las que en la actualidad están desplazando al resto de los materiales.

Esta colada puede realizarse por tres procedimientos diferentes:

a) Colada directa

También denominada colada en caída, en descenso o por arriba. Se efectúa llenando los moldes por su parte superior, con lo que favorece su solidificación correcta, ya que el metal se va solidificando a medida que llena el molde, por lo que la temperatura de la colada debe ser baja.

b) Colada en fuente

Se realiza llenando el molde desde arriba, ya que se hace llegar el metal a la base por medio de uno o varios bebederos desde la superficie superior del molde. Este tipo de colada permite una buena evacuación del aire.

c) Colada por el costado

Se efectúa por medio de bebederos verticales situado en el costado de los moldes y unidos a estos por uno o varios canales de ataque.

2.1.1.2 Colada sobre moldes permanentes.

El grave inconveniente de la colada sobre moldes de arena es que, en cada colada, el molde se destruye; para evitar esto se han ideado unos moldes permanentes (permiten cientos de moldeos dando una precisión muy buena).

Se construyen de acero o fundición gris y pueden trabajar con metales o aleaciones cuyo punto de fusión sea inferior a 1000°C. A este molde también se le denomina "coquilla".

Como ocurría con los moldes de arena, estos también se construyen en dos partes, que se unen mientras están realizando la colada y se separan para el desmoldeo y extracción de la pieza obtenida.

En el proceso de colada, con este tipo de molde será necesario efectuar un calentamiento previo del molde para evitar que el material fundido, al entrar en caliente en el molde frío, pueda dar lugar a una mala distribución de la masa fundida en el molde.

2.1.1.3 Colada centrífuga.

Cuando se desea fabricar piezas metálicas huecas es posible realizar coladas vertiendo el metal líquido dentro de un molde que gira a gran velocidad. La fuerza centrífuga hace que el material fundido se adhiera a las paredes, bajando la temperatura y adquiriendo la forma interior del molde.

2.1.1.4 Otros métodos de moldeo.

a) Moldeo con terraja. Se utiliza para moldear piezas de revolución o rectilíneas de perfil constante.

b) Moldeo en cáscara. Se realiza poniendo arena preparada con una mezcla de resina en contacto con la placa modelo previamente calentada a una temperatura comprendida entre 200°C y 600°C.

c) Moldeo al CO₂. Es un procedimiento para endurecer los moldes y machos de arena sin necesidad de cocerlos, para lo que se emplean arenas extrasilíceas y mezcladas con silicato sódico como aglomerante en lugar de arcilla.

d) Moldeo a la "cera perdida" o microfusión.

e) Procedimiento de moldeo Mercast. Es una variante del método de cera perdida en el que se utiliza mercurio en lugar de cera, con lo que se logran piezas de altísima precisión de medida.

2.1.2 Colada por presión.

Consiste en depositar en una cámara la cantidad necesaria del material fundido y realizar, con posterioridad, la inyección del líquido en el molde correspondiente.

2.1.3 Colada continua.

Consiste en llenar el depósito de metal fundido que cae por un agujero (molde) con una sección determinada. Al ir solidificando el material se obtiene una tira metálica de una sección continua que es dirigida, mediante trenes de rodillos, hacia otros procesos (forja, laminación, trefilado, cizallado, etc).

2.2 Conformación por sinterización (pulverización)

Este procedimiento de conformación se efectuará reduciendo los metales y aleaciones a polvo finísimo y comprimiendo después estos polvos en moldes y a una temperatura determinada.

Este procedimiento de fabricación se efectúa en 5 fases:

1. Fabricación de los polvos metálicos.
2. Compresión en frío de los polvos metálicos (prensado)
3. Sinterizado.
4. Calibrado.
5. Tratamientos posteriores.

2.2.1 Fabricación de los polvos metálicos.

Los procedimientos para la producción de los polvos metálicos son de dos clases:

a) Procedimientos mecánicos. Los procedimientos mecánicos más utilizados son el molido, la pulverización mecánica y la atomización.

b) Procedimientos físico-químicos. Estos procedimientos pueden ser por reducción de óxidos, electrólisis, descomposición térmica, condensación y corrosión intercrystalina.

2.2.2 Compresión en frío de los polvos metálicos.

La compresión en frío se realiza en matrices de acero templado de carbono de wolframio por medio de prensas hidráulicas o mecánicas, siendo las presiones de entre 1 y 10 Tm/cm², según la plasticidad del metal a moldear y la densidad del producto que se desea obtener.

2.2.3 Sinterización propiamente dicha.

La sinterización consiste en calentar las piezas preformadas por compresión hasta lograr una soldadura total de la masa.

2.3 Conformación en frío y en caliente.

Deformar la materia prima hasta obtener el objeto deseado es un procedimiento de fabricación muy utilizado en la industria. Este proceso se puede realizar aportando un calentamiento exterior o sin ese aporte energético.

2.3.1 Forjado

La forja es un procedimiento de conformación de los metales que se realiza sometiendo a esfuerzos violentos de compresión repetidos o continuos a la vez que calentándolos a temperaturas superiores a la recristalización, pero inferior a la fusión. La forja es uno de los métodos más antiguos que se conocen para la conformación de metales.

La conformación de la forja se realiza en tres fases:

- Calentamiento del metal a la temperatura de la forja.
- Operaciones de forja propiamente dichas.
- Enfriamiento del metal.

a) Forja a mano.

Para la forja a mano se utilizan las siguientes herramientas:

- Apoyos. Se utilizan como apoyos yunque y bigornias.
- Martillos: pesan de 1 a 2 kg y se manejan con una sola mano. La cabeza lleva un extremo plano para aplanar y otro en bisel, que se denomina pena, para alargar el material.
- Tenazas: sirven para sostener las piezas en forja.
- Herramientas accesorias.

Las principales operaciones que se realizan en la forja a mano son:

- Estirado: es una operación de alargamiento del metal por disminución de su sección.
- Doblado: el doblado se realiza ajustando la pieza a un ángulo vivo del yunque o de la bigornia.
- Punzado y mandrinado: el se realiza clavando un punzón sobre la pieza colocada sobre una sufridera.
- Corte: el corte se puede efectuar utilizando tajaderas.
- Torsión: es una operación que tiene por objeto el hacer girar unas secciones del material con respecto a otras alrededor de su eje.
- Degüello: es la operación que tiene por objeto producir una disminución de sección brusca a partir de un punto determinado.
- Recalcado: Es la operación inversa al estirado.
- Estampado: se realiza colocando el material entre dos herramientas denominadas estampas.
- Curvado: se puede realizar golpeando la pieza apoyada en la parte curva del yunque.

- Soldadura: la soldadura por forja se realiza uniendo las dos partes que se quieren soldar puestas a temperatura de forja y después golpeándolas hasta que se verifique una unión íntima de las dos caras de la piezas puestas en contacto.

b) Forja mecánica

Para la forja mecánica se emplean dos clases principales de máquinas: las que trabajan por choque o martinets y las que trabajan por presión o prensas.

- Martinets para forja mecánica.

Los martinets o martillos pilón realizan la compresión necesaria para la forja mediante golpes sucesivos. Constan esencialmente de tres partes principales: el yunque, la maza y los órganos de accionamiento.

- Prensas de forja mecánica.

En las prensas la compresión del metal en la forja no se produce por choque brusco, sino por presión progresiva. Según el procedimiento de accionamiento de las prensas se clasifican en prensas de fricción, prensas excéntricas y prensas hidráulicas.

2.3.2 Estampación.

a) Estampación en caliente.

La estampación mecánica en caliente consiste en someter a un metal por medio de una prensa o martinete, a un esfuerzo de compresión entre dos moldes de acero denominadas estampas.

Las estampas para la estampación en caliente están formadas, generalmente, por dos piezas denominadas martillo o estampa superior y yunque o estampa inferior. La estampa superior fija a la corredera de la prensa, y la estampa inferior en la mesa. Cada una de las piezas que componen la estampa está formada por un bloque de acero rectangular o cilindro, según la forma de la pieza que se desea estampar.

b) Estampación en frío

De las estampas empleadas para la estampación en frío una parte queda fija a la mesa de la prensa y se denomina matiz. La otra parte va unida a la maza o carro y se denomina punzón, aunque la operación que se realice no sea la de punzado.

La estampación se realiza colocando la chapa sobre la matiz y presionando sobre ella el punzón de forma adecuada.

2.3.3 Extrusión

La extrusión es un procedimiento para conformar los metales y las aleaciones haciéndolas fluir a presión.

a) La extrusión en frío.

La extrusión en frío se realiza a fluir al material colocado en el fondo de una matiz entre las paredes de esta y las de un punzón que lo presiona energéticamente.

La extrusión en frío se realiza por flujo inverso del metal (extrusión inversa), o por flujo directo del metal (extrusión directa).

b) La extrusión en caliente

Los tres métodos de trabajo para la extrusión en caliente son: prensado directo, prensado indirecto con punzón perforador, prensado indirecto.

2.3.4 Laminación.

Laminar es deformar una masa metálica haciéndola pasar entre dos cilindros superpuestos que giran en sentido inverso. Esta operación puede realizarse en caliente y en frío.

La laminación en caliente puede considerarse como forja continua.

La laminación en frío se realiza a temperatura ambiente y, por lo tanto, los materiales adquieren acritud al deformarse, por lo que deben recocerse al terminar la operación, e incluso en el transcurso de ella si la deformación es muy profunda.

2.3.5 Estirado y trefilado.

El estirado y trefilado son dos procedimientos de conformación de los materiales dúctiles que se realizan estirándolos a través de orificios calibrados, denominados hileras.

2.3.6 Embutición

La embutición es una operación que tiene como finalidad convertir una chapa plana en un cuerpo hueco. La operación se realiza por medio de una estampa de embutición.

2.3.7 Plegado, doblado o curvado.

Las operaciones de doblado y curvado de la chapa son operaciones de deformación sin variación del espesor inicial de la chapa y, por lo tanto, sin variación de la superficie total de esta.

El doblado consiste en transformar una chapa plana en otra quebrada. El doblado es decir, la transformación de una chapa plana en otra curvada por medio de una estampa apropiada.

3. CONFORMACIÓN POR SEPARACIÓN O CORTE DE MATERIAL.

3.1 Conformación por corte de material.

En algunas ocasiones los procesos de fabricación de algunos elementos de máquinas requieren que, partiendo de una pieza de material (normalizado o no) de unas dimensiones, obtengamos otra de dimensiones menores.

Para realizar la operación es preciso "cortar" parte o partes de la pieza originaria para obtener otra más cercana a nuestras necesidades. A esta operación se le denomina corte.

3.1.1 Cizallado

El cizallado es una operación que consiste en seccionar una parte de la pieza mediante la acción de dos cuchillas (una fija y otra móvil), generalmente rectilíneas y que trabajan a cortadura sobre la pieza a mecanizar. Dependiendo del elemento motriz, la cizalladora puede ser manual o de accionamiento mecánico.

3.1.2 Punzado o troquelado.

Se denomina punzado a una operación que consiste en practicar en una chapa, mediante una estampación apropiada, un agujero de forma determinada.

3.1.3 Aserrado.

El es una operación que consiste en seccionar una parte de la pieza mediante un corte realizado con una sierra dentada.

El aserrado puede realizarse de dos formas:

- a) Aserrado a mano.
- b) Aserrado a máquina. Las máquinas de aserrado pueden ser de tres tipos: alternativas, circulares o de disco, y de cinta, pero la más usada es la alternativa.

3.1.4 Corte oxiacetilénico u oxicorte.

El proceso de oxicorte se basa en la reacción fuertemente exotérmica de la oxidación de un metal en presencia de oxígeno.

3.1.5 Corte por láser

Actualmente para cortes de gran precisión y responsabilidad y para cortar materiales muy duros se emplea una técnica de corte basada en el láser.

Esta energía luminosa puede identificarse y enfocarse en un haz denominado rayo láser que se aplica sobre la pieza a cortar, desarrollándose una cierta cantidad de energía, muy localizada, que produce el corte de la pieza.

3.1.6 Corte por plasma.

Actualmente está teniendo un gran interés el desarrollo de la tecnología del plasma. El plasma se crea a partir de un gas (medio plasmogeno) que se calienta mediante un arco eléctrico y se hace pasar por un orificio estrecho para reducir su sección. El arco ioniza al gas formándose un conductor eléctrico gaseoso de alta densidad de energía, compuesto por una mezcla de electrones, iones positivos, átomos disociados y moléculas del gas; a esta mezcla se le denomina plasma.

3.2 Conformación por separación del material.

Cuando para conformar un objeto determinado no se trata de cortar partes de la pieza original, si no que se trata de separar pequeñas partes y poco a poco ir dándole forma, estaremos en este tipo de procesos.

3.2.1 Con arranque de virutas.

Consiste en ir arrancando pequeñas laminas de material de grosor y longitud variables, hasta conseguir las dimensiones y forma deseados. Por medio de este procedimiento se consigue un acabado superficial aceptable y exactitud en la medida; aunque lleve consigo un cierto desperdicio de material.

3.2.1.1 Taladrado

El taladro consiste en hacer agujeros con obtención de virutas con una herramienta llamada broca.

Las brocas son piezas metálicas, cilíndricas en uno de los extremos y con un rebaje helicoidal en el otro extremo, afilado, que permite que este penetre en el elemento a taladrar con desprendimiento de virutas.

3.2.1.2 Torneado.

Mediante el torneado se pueden obtener piezas de forma cilíndrica, cónica o cualquier superficie de revolución empleando herramientas con la forma adecuada o tornos controlados por ordenador. También podremos realizar roscas interiores y exteriores.

El torno es una de las máquinas herramientas de uso más antiguo y generalizado. El torno más sencillo es el denominado torno paralelo pero además de este existen otros tipos de tornos que se caracterizan por la disposición del eje de revolución o por el grado de automatización del proceso de mecanizado. Cabe destacar entre otros: torno vertical, torno copiador, torno revolver y torno de control numérico.

3.2.1.3 Fresado.

El fresado puede hacerse desplazando la pieza manualmente o de forma automática. Mediante el fresado se pueden obtener piezas de forma muy diversa. Las operaciones de mecanizado que se pueden realizar con la fresadora son:

- Planeado de las superficies a una o dos caras.
- Ranurados y chaveteados.
- Dentado de ruedas.
- Taladrado y mandrinado.
- Estirado de ejes.
- Avellanado.
- Roscado.
- Tronzado.
- Perfiles especiales mediante la combinación de varias fresas de forma.

La fresadora es una máquina herramienta en la que la pieza que se desea mecanizar se desplaza linealmente debajo de la herramienta, denominada fresa, que tiene un movimiento de rotación proporcionado por un motor.

3.2.1.4 Cepillado.

El mecanizado se produce al desplazarse la mesa porta-pieza en la que se encuentra firmemente sujeta la pieza. El carro porta-herramientas se desplaza horizontalmente, realizando el movimiento de avance sobre el montante o travesaño. Este último se desplaza verticalmente, situando la herramienta en posición de iniciar el mecanizado.

3.2.1.5 Limado.

El limado es una operación de acabado que se realiza normalmente a mano, con el fin de recortar piezas que debido a la forma irregular o pequeño tamaño no son susceptibles de mecanizarse con máquinas.

3.2.1.6 Roscado.

El roscado es una operación que, como su nombre indica, consiste en realizar en piezas cilíndricas o anulares roscas con el objeto de construir elementos que se acoplen entre sí.

a) Roscado con macho.

El roscado con macho es el que se realiza en la parte interna de una pieza.

b) Roscado en terraja.

El roscado con terraja es el que se realiza en la parte externa de una pieza, a modo de tornillo.

3.2.1.7 Martajado.

Este proceso se estudia en el tema 41.

3.2.1.8 Brochado.

Este proceso se estudia en el tema 41.

3.2.1.9 Mandrinado.

Este proceso se estudia en el tema 41.

3.2.10 Punteado.

Este proceso se estudia en el tema 41.

3.2.11 Maquinados especiales.

Este proceso se estudia en el tema 41.

3.2.2 Con arranque de partículas.

Consiste en ir arrancando pequeñas esquirlas de material, de grosor variable, hasta conseguir las dimensiones y forma deseados. Por medio de este procedimiento se consiguen una acabado superficial bueno y exactitud en la medida.

Estos procesos se estudian en el tema 41.

a) Abrasión mecánica.

b) Electroerosión.

c) Ultrasónico.

d) Hidrochorro

e) Haz de electrones.

f) Separación química.

4. CONFORMACIÓN DE PIEZAS METÁLICAS MEDIANTE UNIÓN.

4.1 Uniones desmontables

Son las que permiten, a través de diversas operaciones, deshacer o desmontar el conjunto formado sin destruir el elemento que sirva de unión.

4.1.1 Elementos roscados.

Es evidente que la utilización de elementos roscados (tornillos y tuercas) como elemento de unión de diferentes partes de una máquina está extendida. Existen finalidades y medidas de elementos roscados, dado que para cada aplicación casi existe un tornillo o tuerca que la cubre.

4.1.2 Pasadores.

Son elementos metálicos con forma cilíndrica, cónica o de argolla que se emplean para efectuar la unión de una pieza con otra. Generalmente este tipo de unión se basa en: bien atravesar las dos piezas mediante un cilindro (el pasador) transmitiendo el esfuerzo de una pieza a la otra, bien atravesar solo una de las piezas y servir de tope para la otra.

4.1.3 Chavetas y lengüetas.

Las chavetas son elementos metálicos en forma de prisma, con sección rectangular y perfil de ligera cuña, fabricados de materiales duros (acero). Estos elementos trabajan a cortadura, ya que se colocan entre las dos piezas que se desean unir para que realice la transmisión del esfuerzo entre una y otra.

4.1.4 Ejes estriados.

Consiste en mecanizar en el eje (superficie cilíndrica exterior) varios primas metálicos (seis u ocho) salientes y en la rueda (superficie cilíndrica interior) las mismas ranuras que salientes.

4.1.5 Guías.

Con este dispositivo se pretende mantener la unión de una pieza respecto a otra, permitiendo el desplazamiento de la segunda respecto a la primera (guía).

4.2 Uniones fijas.

Es posible de forma definitiva algunos sistemas o partes de máquinas, bien por que no se prevé que se tengan que desmontar en el ciclo de vida de la máquina o bien por que aunque se necesitase va a tener que destruirse la pieza o parte de ella para la reparación o sustitución.

4.2.1 Remachado y roblonado.

El remachado es un procedimiento de unión fija entre dos superficies, por lo general de poco espesor, que consiste en agujerear todas las piezas que hay que unir por medio de un taladro de diámetro ligeramente superior al del remache a colocar, atravesar los orificios con una varilla metálica y conformar, en cada extremo de ella, una cabeza para comprimir las piezas a unir. A la varilla que sirve de elemento de unión de la llama roblón o remache.

4.2.2 Ajuste a presión

Cuando se desea unir directamente una pieza (vástago o eje) con otra (agujero o hembra) pueden ocurrir tres posibilidades:

- Que el diámetro exterior del eje sea mayor que el diámetro interior de la rueda. En este caso se llama "de ajuste forzado o fijo".
- Que el diámetro exterior del eje sea menor que el diámetro interior de la rueda. En este caso se llama "de ajuste libre o móvil".
- Que el diámetro exterior del eje sea igual que el diámetro interior de la rueda. En este caso se llama "de ajuste libre o móvil".

4.2.3 Unión por soldadura.

Soldar es unir directamente dos piezas metálicas o dos partes de la misma pieza. Esta unión se realiza siempre elevando la temperatura de las superficies a soldar, puestas en contacto, sin aportación alguna de sustancia o con aportación de una sustancia igual o semejante a las piezas soldadas.

En la primera clasificación, las soldaduras, pueden ser:

- Heterogéneas: si se efectúan entre materiales de diferente naturaleza, con o sin metal de aportación, o bien si los materiales que se unen son igual pero distinto del material de aportación.
- Homogéneas: son aquellas en las que tanto el material que se suelda como el metal de aportación es de la misma naturaleza.
- Autógenas: son las soldaduras que se efectúan sin material de aportación.

4.2.3.1 Soldaduras heterogéneas.

a) Soldadura blanda. Se realiza uniendo las piezas a soldar por medio de una aleación metálica de bajo punto de fusión denominada "material de aportación".

b) Soldadura fuerte. Son las que se emplean como metal de aportación aleaciones de punto de fusión relativamente elevado, pero siempre inferior al de los metales base, que en ningún momento deben fundirse en el curso de la soldadura.

4.2.3.2 Soldaduras homogéneas.

a) Soldadura por forja. Se realiza comprimiendo generalmente por medio de golpes las superficies a soldar, puestas en contacto y a temperaturas adecuadas.

b) Soldadura ultrasónica. Se aplica principalmente a la soldadura de chapa de aluminio, difícil de soldar por otros procedimientos.

c) Soldadura por frotamiento. Se utiliza para soldar "redondos" de diversos materiales.

d) Soldadura oxiacetilénica o autógena. Se realiza calentando las superficies que se han de soldar puestas en contacto por medio de la llama dirigida, producida por el mechero especial denominado soplete.

e) Soldadura eléctrica por arco. Se realiza utilizando el calor producido al saltar un arco eléctrico entre dos conductores de distinta polaridad, denominados electrodos.

f) Soldadura en atmósfera inerte: Se realiza rodeando la zona de soldadura de una atmósfera inerte de gas argón o gas helio producida por un chorro de estos gases directamente dirigido al punto de soldadura.

g) Soldadura con hidrógeno atómico. También denominada arcatón, se realiza utilizando el calor desprendido al saltar un arco entre electrodos de wolframio en atmósfera de hidrógeno.

h) Soldadura eléctrica por resistencia.

- Por puntos. Se denomina así porque las piezas, generalmente chapas, quedan soldadas por pequeñas zonas circulares aisladas y espaciadas regularmente, que por su relativa pequeñez se denominan puntos.

- Por costura. Esta basada en los mismos principios que la soldadura eléctrica por puntos, pero esta sustituye los electrodos de punta por dos discos, entre los cuales, y presionadas por el borde de estos, pasan las piezas a soldar.

- A tope. Se realiza colocando las piezas a soldar en ligero contacto y haciendo pasar después por ellas la corriente hasta acumular en la junta el suficiente calor para que se produzca la soldadura.

Otros tipos de soldadura.

- Soldadura por láser.
- Soldadura por plasma.
- Soldadura por haz electrónico.
- Soldadura por arco sumergido.
- Soldadura aluminotérmica.